SCIENCE & ORIGINES

Numéro 19 1er semestre 2010

L'origine de la vie sur la Terre : l'impasse des modèles naturalistes*

Au cours du 20e siècle diverses expériences ont été conçues pour prouver la viabilité de l'origine inorganique des molécules organiques qui composent les êtres vivants. Dans cet article, l'auteur examine les modèles naturalistes (sans intervention surnaturelle) proposés pour l'origine de la vie, les présuppositions sur lesquelles se fondent les expériences et les modèles de synthèse des molécules organiques, les arguments présentés en faveur de ces modèles et leurs problèmes.

Les expériences sur l'origine inorganique de la vie

Le scénario naturaliste d'Oparine

Le premier exposé sérieux de l'origine naturaliste de la vie a été fait par Alexandre Oparine. Après la réfutation de la génération spontanée par Louis Pasteur en 1864, Oparine essaya de répondre à la question posée par les scientifiques évolutionnistes : d'où vient le premier organisme vivant ? Il développa en 1924 sa théorie de l'origine de la vie qui consistait en une évolution chimique de molécules avec du carbone dans ce qu'il appela la soupe primitive.

Les molécules du vivant se composent de carbone (C), d'hydrogène (H), d'azote (N) et d'oxygène (O). Toute expérience tentant d'expliquer le début de la vie doit donc faire appel à des molécules inorganiques contenant ces atomes. Cependant, la présence d'oxygène libre peut détruire beaucoup de molécules organiques, c'est pourquoi Oparine postula une atmosphère primitive très réductrice et riche en méthane (CH_4) comme source de C, en hydrogène (H_2) en vapeur d'eau (H_2O) et en ammoniac (NH_3) comme source de N.[1]

Oparine suggéra que la forte radiation ultraviolette et les décharges électriques atmosphériques auraient déclenché certaines réactions chimiques dans l'atmosphère primitive réductrice donnant des acides aminés qui tomberaient ensuite sur la surface de la Terre. L'évaporation dans des mares sur des roches chaudes de la surface aurait concentré les acides aminés. Cette chaleur aurait facilité des réactions chimiques liant divers acides aminés par des liaisons peptidiques pour former éventuellement les premières protéines.

Les protéines sont les composants essentiels de la vie. Toutes les cellules et les tissus biologiques en contiennent des milliers avec des fonctions variées et spécifiques. Oparine suggéra que ces protéines ont dû se concentrer pour former des globules colloïdaux, agrégats moléculaires maintenus par des forces électrostatiques. D'autres molécules organiques (aussi d'origine inorganique) se seraient incorporées à ces globules en créant un milieu propice à des réactions conduisant à l'autoréplication. Oparine vit dans ce processus le premier pas vers la formation des cellules vivantes.

L'expérience de Miller

La théorie d'Oparine fut reprise en 1962 par Harold Urey et par son élève Stanley Miller[2].

Utilisant l'atmosphère primitive suggérée par Oparine, Miller tenta d'obtenir les composants essentiels de la matière organique en laboratoire. Il soumit les gaz à des décharges électriques qui simulaient des éclairs et, après quelques jours l'eau

recueillie devint rouge et trouble.[3] L'analyse chimique du liquide révéla de nombreux composés, dont des acides aminés et d'autres produits organiques (voir Tab.1).

L'expérience de Miller donna le type de résultat que les naturalistes attendaient pour prouver que la vie pouvait avoir une origine inorganique dans les conditions réductrices de l'atmosphère primitive. L'expérience fut répétée à plusieurs reprises par d'autres chercheurs, avec des variantes dans la composition et des résultats similaires. Cependant, à peine une décennie plus tard, les scientifiques remettaient déjà en question la composition supposée de l'atmosphère de la Terre primitive.

Acide aminé	Météorite de Murchison	Expériences de laboratoire
Glycine	****	****
Alanine	****	****
Acide α-amino-N-butyrique	***	****
Acide α- aminoisobutyrique	****	**
Valine	****	**
Norvaline	****	***
Isovaline	***	**
Proline	****	*
Acide aspartique	****	***
Acide glutamique	****	**
B-alanine	**	**
Sarcosine	**	***
N-éthylglycine	**	***
N-méthylalanine	**	**
Acide pipécolique	*	*
Acide β-amino-N-butyrique	*	*
Acide β-aminoisobutyrique	*	*
Acide γ-aminobutyrique	*	**

Tableau 1. Comparaison entre les acides aminés obtenus dans les expériences de laboratoire et ceux des météorites tombés sur la Terre. Le nombre d'astérisques indique les quantités relatives. D'après ORGEL LE, 1994.

Problèmes dans les expériences

Les résultats chimiques des expériences

Miller obtint plusieurs acides aminés, dont la glycine et l'alanine[4]. Ces résultats paraissaient prometteurs et on espérait reconstituer grâce à eux le scénario naturaliste de l'origine de la vie.

Il y a cependant plusieurs problèmes :

- Tous les acides aminés obtenus en laboratoire sont quasi ou totalement racémiques[5], c'est-à-dire qu'ils apparaissent comme un mélange de stéréoisomères L et D, alors que les protéines des cellules ne sont formées que d'acides aminés de type L. Le pouvoir d'auto-organisation (ou de polymérisation en macromolécules plus complexes) dépend des caractéristiques chimiques, physiques et stéréochimiques des molécules. Or ces caractéristiques ne sont pas réunies dans les molécules prébiotiques obtenues dans les expériences de simulation[6].
- Certains acides aminés essentiels des protéines, comme la lysine, l'histidine et l'arginine, ne sont pas obtenus en quantité suffisante pour synthétiser des protéines[7].
- Bien des acides aminés obtenus, comme la norvaline et la norleucine, n'ont aucune fonction dans les protéines. Certains n'apparaissent pas naturellement sur la Terre.
- Les expériences comme celles de Miller montrent qu'il n'est pas difficile de produire des molécules organiques à partir de composés inorganiques. Cependant, ces expériences ont été réalisées dans des conditions contrôlées en laboratoire, qui ne ressemblent pas aux conditions des systèmes ouverts dans la nature. Pour parvenir à ce qui a pu se produire, les expérimentateurs partent de conditions supposées et donc quand arrivent les résultats prévus, ils les présentent comme l'explication la plus probable pour l'origine de la vie. C'est un raisonnement circulaire.
- De plus, ce qui est réellement difficile (et on n'y est pas parvenu) c'est la production de molécules « *peu variées* et apparentées » à celles qui se trouvent aujourd'hui chez les organismes vivants[8]. Une grande diversité peut être un obstacle à la polymérisation, au passage de molécules simples à des molécules capables d'autoréplication et à la formation de cellules. Le métabolisme de ces cellules ne fonctionne qu'avec quelques centaines des petites molécules utilisées dans la construction de nombreuses macromolécules et suivant diverses voies métaboliques. Les enzymes interviennent dans la polymérisation en macromo-

lécules et dans les réactions biochimiques ultérieures. Elles sont spécifiques dans leur action et dans la reconnaissance de la nature et de la structure de la molécule à laquelle elles s'unissent. Si on accepte l'origine naturaliste des petites molécules (dans la soupe primitive ou dans l'espace) il faudra alors faire face au problème d'une grande diversité de molécules, dont certaines auront des structures très semblables, mais pas forcément appropriées avec lesquelles les enzymes risquent de s'unir. Donc, même si la soupe primitive contenait une variété de petites molécules essentielles à la polymérisation, des molécules inappropriées pourraient aussi être présentes, ce qui inhiberait le début de la polymérisation et du métabolisme. C'est la raison pour laquelle Danchin indique que « aucun scénario de l'origine ne peut être imaginé hors un environnement *organisé* et *sélectif*, antérieur à la mise en place des molécules précurseurs des macromolécules. »[9] Ainsi, il ne suffit pas d'obtenir des acides aminés qui soient similaires à ceux des cellules modernes ; ces molécules doivent encore être polymérisées en composés plus complexes (protéines) et personne ne sait comment cela pourrait se produire dans l'océan primitif.

- Les expériences de simulation ont été diverses et parfois invraisemblables. Ainsi, dans ces expériences de laboratoire on a obtenu beaucoup de composés qui auraient pu se former dans des conditions supposées similaires à celles de la Terre prébiotique, mais les conditions physiques et chimiques de chaque expérience sont différentes. On n'a pas trouvé, ni même suggéré, de modèle qui fournisse en même temps tous les composés biogéniques nécessaires et sans molécules inappropriées[10].

La composition de l'atmosphère primitive

Les modèles proposés pour l'évolution de l'atmosphère depuis le Précambrien se fondent sur l'hypothèse de l'accumulation progressive des gaz rejetés de l'intérieur de la Terre et par les premiers organismes. Le problème principal de ces modèles naturalistes est la quantité d'oxygène et d'hydrogène dans l'air avant l'apparition de la vie, parce qu'ils détruiraient les molécules organiques par oxydation. C'est précisément la raison pour laquelle les cellules ont de nombreux systèmes pour prévenir l'oxydation de leurs composants. Oparine et Miller savaient que, pour obtenir les molécules organiques avec le bombardement de composés inorganiques dans un système fermé, ils devaient éliminer l'oxygène libre. C'est ainsi qu'on a supposé que l'oxygène n'aurait pas pu se trouver dans l'atmosphère primitive parce qu'il aurait détruit toute molécule organique qui aurait pu se former par des processus naturels. L'oxygène aurait été produit par les organismes capables de photosynthèse, mais plus tard car dans le cadre évolutionniste les plantes vertes et les algues n'étaient pas encore apparues sur la planète.

Oparine et Miller avaient proposé pour le Précambrien moyen une atmosphère réductrice et riche en méthane (CH_4) et ammoniac (NH_3) mais sans azote (N_2) ni oxygène (O_2). Maintenant les scientifiques sont divisés sur cette question. Selon Tian *et al.*[11], les concentrations en CH_4 et NH_3 auraient été faibles dans l'atmosphère primitive à cause de leur destruction par les UV. Les émissions volcaniques de CH_4 et NH_3 n'auraient pas été suffisantes pour maintenir une forte concentration de ces gaz.

D'autres suggèrent que l'atmosphère précambrienne devait être neutre, c'est-à-dire riche en dioxyde de carbone (CO_2) et en azote (N_2)[12]. Mais des expériences montrent que la synthèse des molécules prébiotiques essentielles pour la formation des acides aminés, des sucres et des bases puriques et pyrimidiques de l'ADN aurait été beaucoup plus difficile en présence de CO_2 et de N_2 que dans une atmosphère réductrice[13].

Face aux difficultés des modèles de l'atmosphère réductrice et de l'atmosphère neutre, certains ont adopté l'idée que l'atmosphère primitive devait être légèrement oxydante, c'est-à-dire sans O_2 mais riche en CO_2, N_2 et H_2O[14]. L'absence d'algues et de plantes vertes n'empêcherait pas la formation d'oxygène dans l'atmosphère car la photodissociation de l'eau en haute altitude peut en générer des petites quantités[15] suffisantes pour endommager ou détruire les molécules organiques. Il faut donc se demander quelle quantité d'oxygène était présente dans l'atmosphère primitive et si elle a joué un rôle dans les réactions chimiques menant à la vie. Pour répondre à cette question, les géologues ont étudié les roches.

Les roches précambriennes et l'oxygène atmosphérique

Les roches enregistrent les réactions chimiques et les conditions environnementales qui présidèrent à la formation des sédiments et des minéraux. Les géologues ont examiné les ro-

ches les plus anciennes connues, supposées s'être formées lors de l'apparition des premiers organismes. Beaucoup ont trouvé des indices suggérant la présence d'oxygène dans les roches datées de 3,7 milliards d'années, alors que d'autres affirment qu'il n'y a de preuves de la présence d'oxygène dans l'atmosphère que bien plus récemment.

L'analyse des minéraux, comme l'uranite, la pyrite, la biotite et le feldspath dans les roches précambriennes révèlent une composition chimique similaire à celles des roches plus récentes. Cela indique que les océans et l'atmosphère du Précambrien (2,5 à 4 milliards d'années selon les datations radiométriques) ressemblaient à ceux que nous connaissons actuellement. La vie serait donc apparue dans des conditions environnementales très peu différentes de celles d'aujourd'hui, ce qui est invraisemblable dans le scénario évolutionniste.

Etant donnée la difficulté d'expliquer la production naturelle de composés organiques adéquats dans une atmosphère réductrice, neutre ou oxydante, les scientifiques ont exploré deux alternatives concernant l'origine des molécules organiques : une synthèse dans les sources hydrothermales sous-marines ou volcaniques et une origine extra-terrestre.

Les modèles alternatifs

Les émissions hydrothermales

Certains scientifiques supposent que les premières molécules organiques et les premières cellules proviennent des émissions volcaniques et des sources hydrothermales du fond des océans. Cette idée fut proposée après la découverte de la faune riche et diversifiée associées aux sources hydrothermales sous-marines, qui ne dépendent pas énergétiquement de la lumière du soleil.

D'autres pensent que la vie a pu provenir de mares thermales associées à l'activité volcanique, une idée qui avait déjà été proposée par Charles Darwin. Cette idée a été étudiée et les résultats, présentés dans un symposium à Londres en 2006, font ressortir les difficultés de cette hypothèse[16].

Molécules extraterrestres	Formules	Monomères résultants et propriétés
Hydrogène**	H_2	Agent réducteur
Eau**	H_2O	Solvant universel
Ammoniac**	NH_3	Catalyse et amination
Monoxyde de carbone**	CO	Acides gras
Formaldéhyde**	CH_2O	Ribose et glycérol
Acétaldéhyde**	CH_3CHO	Désoxyribose
Aldéhyde**	RCHO	Acides aminés
Sulfure d'hydrogène**	H_2S	Cystéine et méthionine
Thioformaldéhyde*	CH_2S	Cystéine et méthionine
Cyanure d'hydrogène**	HCN	Purines et acides aminés
Cyanoacétylène *	HC_3N	Pyrimidines
Cyanamide*	H_2NCN	Agent de polymérisation
Nitrite de phosphore*	PN	Phosphates et nucléotides
Phosphate***	PO_4^{3-}	Phosphates et nucléotides

Tableau 2. Composés biochimiques présents dans l'espace interstellaire et dans les comètes. D'après ORO J, MILLER SL & LAZCANO A. 1990. *nuages interstellaires ; **nuages interstellaires et comètes ; ***météorites et poussière interplanétaire.

L'origine extraterrestre

Certains scientifiques ont porté leur attention sur la recherche de preuves de traces de vie dans des roches venant de l'espace. La relative abondance de matière organique dans les météorites et dans la poussière cosmique a suscité l'intérêt de certains scientifiques depuis que William Thomson (Lord Kelvin) proposa l'idée que la vie sur Terre provenait des météorites et que le mot panspermie fut introduit par le biologiste allemand Herman Richter. Selon cette hypothèse, les premières molécules organiques ne sont pas apparues sur la Terre, mais seraient venues de l'espace[17].

Le tableau 2 montre quelques-unes des molécules organiques détectées dans les corps célestes[18]. Ce fut Svante Arrhenius, lauréat du Prix Nobel, qui développa cette idée de manière scientifique, en suggérant que des microbes pourraient être lancés dans l'espace interplanétaire par de fortes tempêtes et s'y déplacer sous l'impulsion des radiations (les comètes et les météorites ne sont donc pas nécessaires au transport). Dans les années 1950, l'astronome Otto Struve suggéra que certains êtres intelligents auraient pu transférer la vie d'une planète à une autre dans le passé, sans nécessairement de but précis. Plus tard, les physiciens Wickramasinghe et Hoyle trou-

vèrent ce qu'ils considérèrent des traces de vie dans la poussière stellaire et suggérèrent que non seulement la vie est apparue il y a longtemps dans l'espace, mais que l'évolution terrestre se poursuit avec l'entrée de matériel génétique extraterrestre due à une pluie continuelle de matière organique et même de germes. Certains météorites venant de Mars ou de la Lune qui tombent sur la Terre pourraient transporter des formes de vie microbienne. Bien que séduisante, cette idée a été rejetée par la majorité des scientifiques.

Certains météorites trouvés à la surface de la Terre, comme le météorite de Murchison, contiennent un grand nombre d'acides aminés obtenus par Miller (voir Tab. 1), ce qui a mené certains à penser que les molécules nécessaires pour donner la vie auraient pu venir de l'espace. Cependant cette idée rencontre de nombreux problèmes :

- Seuls les météorites d'une certaine taille peuvent survivre à la chaleur causée par la friction avec l'atmosphère terrestre.
- L'espace est un milieu où les radiations, les rayons cosmiques et les vents stellaires altèrent ou détruisent les molécules organiques, dont l'ADN et l'ARN.
- On a signalé divers exemples de météorites qui seraient porteurs de microorganismes, mais jusqu'à présent tous ces exemples ont été remis en question.
- L'idée de la panspermie non seulement ne fournit pas une bonne explication de l'origine de la vie sur la Terre, mais elle requiert elle-même une explication de l'origine de la vie ailleurs.

Le monde de l'ARN

Le problème le plus sérieux n'est cependant pas la formation des briques moléculaires (acides aminés, sucres, purines, etc.), ni leur polymérisation, mais leur assemblage en structures moléculaires fonctionnelles et autoreproductrices[19]. Les acides nucléiques, ADN et ARN, porteurs de l'information génétique dans les cellules, résultent d'un assemblage complexe et ordonné de nucléotides formés de sucre (pentose), de phosphate et de bases puriques et pyrimidiques. On a trouvé quatre purines (adénine, guanine, hypoxanthine, xanthine) et une pyrimidine (uracile) dans le météorite de Murchison. Cependant, ces molécules sont par elles-mêmes inutiles à moins qu'elles ne soient porteuses d'une information codifiée. Sur ce point, les chercheurs ont rencontré de nombreuses difficultés pour expliquer l'origine spontanée des acides nucléiques.

Tout modèle naturaliste de l'origine de la vie doit expliquer non seulement la polymérisation des protéines et de l'ADN à partir de petites molécules, mais aussi la connexion de leurs fonctions au moyen d'un code. Les protéines sont nécessaires au fonctionnement de l'information génétique de l'ADN et l'ADN est nécessaire à la formation des protéines. Les deux voies nécessitent un code d'expression (le code génétique universel) et si on suppose que protéines et ADN ont travaillé en connexion dès le début, comment le code est-il apparu ?

Sydney Altman en 1978 et Thomas Cech en 1981 ont découvert un type d'ARN qui avait la capacité enzymatique d'activer et d'accélérer les réactions biochimiques et de se fragmenter spontanément en deux parties et de se réassembler plus tard. Ce type d'ARN fut nommé ribozyme. Dans les conditions de laboratoire, ces ribozymes sont capables de catalyser leur propre synthèse sans l'aide d'enzymes. Cette découverte conduisit certains scientifiques à imaginer une planète où la vie aurait surgi des molécules d'ARN : le monde de l'ARN[20].

Cette idée d'un monde de l'ARN est-elle valable ? Diverses expériences ont montré qu'il était possible d'obtenir des petits polymères de nucléotides semblables aux nucléotides naturels par une catalyse non biologique[21]. D'autres expériences ont montré la possibilité d'obtenir des chaînes de nucléotides capables de s'autorépliquer[22]. Cependant, ces expériences présentent des problèmes et le modèle du monde de l'ARN a été remis en question dans son ensemble, y compris par certains de ses premiers partisans[23]. Voici quelques-unes des difficultés les plus significatives :

- L'origine de la soupe prébiotique de nucléotides n'est pas expliquée.
- L'autoréplication se produit avec l'aide du scientifique qui contrôle l'expérience et doit intervenir constamment pour s'assurer que les réactions se produisent dans l'ordre désiré et que le processus ne s'enraye pas avant d'atteindre un stade stable.
- Le processus produisant le ribose (sucre de l'ARN) génère aussi d'autres sucres, dont la présence peut inhiber la synthèse de l'ARN[24]. De plus, toute réaction originelle aurait formé un mélange d'isomères du ribose (mêmes molécules, mais de configuration tridimensionnelle légèrement différente). Ces isomères n'apparaissent jamais dans l'ARN moderne

car ils empêcheraient sa formation[25].

- L'adénine et la guanine, bases de l'ARN, s'obtiennent facilement en laboratoire. Cependant, certains scientifiques se demandent pourquoi l'évolution aurait sélectionné ces bases plutôt que d'autres composés similaires[26].
- Le modèle naturaliste du monde de l'ARN doit expliquer pourquoi le phosphore, un élément rare dans la nature, est un composant essentiel de l'ARN. Yagamata *et al.* ont découvert des polyphosphates dans les émissions volcaniques qui seraient liés à l'origine des premières molécules organiques[27]. Cependant, les polyphosphates s'hydrolyseraient (se rompraient) spontanément dans l'eau en donnant des phosphates insolubles, qui précipitent au fond des océans pour former des roches sédimentaires.
- Il faut aussi considérer la probabilité extrêmement faible de la formation spontanée des enzymes et de l'ARN. Le modèle du monde de l'ARN requiert la synthèse spontanée de nucléotides à partir de composants plus simples et ensuite leur polymérisation en une séquence adéquate, tout cela dans un milieu aqueux dans lequel prédomine l'hydrolyse, une réaction qui s'oppose à la polymérisation. Alors comment est donc apparu initialement l'ARN ? L'ARN n'est pas facile à synthétiser en laboratoire, pas même dans des conditions contrôlées et encore moins dans les conditions supposées des océans prébiotiques.

Conclusions

Les scientifiques évolutionnistes tentent d'expliquer l'origine de la vie au moyen de modèles naturalistes spéculatifs, fondés sur des présuppositions matérialistes concernant l'Univers, la Terre et la vie sur celle-ci. Dans ces modèles on spécule sur la composition initiale de l'atmosphère et des océans et sur les conditions physiques de la Terre en général. Beaucoup ont tenté de reproduire les conditions hypothétiques de la Terre primitive qui auraient pu conduire à l'origine spontanée des cellules vivantes. Ils se sont efforcés de reconstruire artificiellement la vie dans une « soupe primitive » où auraient été présents tous les composants organiques nécessaires. Mais pour le faire, ils doivent prouver que la matière inorganique peut produire cette « soupe organique primitive ». Il est donc nécessaire d'assumer les conditions des océans et de l'atmosphère de la Terre primitive d'il y a 4 milliards d'années selon la chronologie évolutionniste. Il est aussi nécessaire d'imaginer les scénarios possibles pour la synthèse des molécules organiques complexes, des molécules autoreproductrices avec une information génétique et il en est de même pour l'agrégation des molécules organiques dans les cellules autonomes.

Pour expliquer l'origine inorganique des premiers organismes, Oparine, Miller et d'autres suggérèrent une atmosphère réductrice (sans oxygène) pendant au moins le Précambrien inférieur. Ces organismes auraient été des procaryotes unicellulaires, vivants dans des microenvironnements isolés dans les océans. Des expériences réalisées pour simuler la formation de la matière organique à partir de composés inorganiques ont été fondées sur des modèles d'océans et d'atmosphères fortement réducteurs avec du méthane et de l'ammoniac au lieu de CO_2, O_2 et N_2. D'autres ont suggéré une atmosphère intermédiaire avec CO_2 et N_2. Cependant, bien que d'un point de vue chimique le modèle de l'atmosphère réductrice soit séduisant, il n'a pas vraiment l'appui des scientifiques à cause de l'absence de preuves biochimiques dans les roches et des contradictions avec la présence de fossiles dans les roches anciennes. Ces fossiles représentent des organismes complexes qui ne se seraient pas développés dans des atmosphères réductrices. Si les premières molécules organiques provenaient de la matière inorganique au début de la vie, on doit alors pouvoir trouver les preuves du contenu organique dans les roches précambriennes. Mais ces roches précambriennes sont très semblables aux roches du reste de la colonne stratigraphique, même en ce qui concerne le contenu organique. Ce n'est pas ce qui était attendu dans l'optique d'une atmosphère précambrienne sans oxygène.

Les diverses propositions suggèrent différents scénarios qui incluent le cosmos, la panspermie, les particules de poussière interstellaire, la glace des comètes, l'océan primitif, un petit lac, une mare, des fissures dans les roches ou les sources thermales des fonds océaniques. Les évolutionnistes se demandent aussi quelle source d'énergie a été disponible pour générer naturellement la matière vivante et ont suggéré qu'elle avait pu provenir de décharges électriques dans l'atmosphère, de la lumière UV du soleil, de l'énergie géothermique, du volcanisme ou de changements de température. Sur la question de la nature de la Terre primitive, les évolutionnistes ont différentes opinions : atmosphère réductrice ou oxydante,

continents complètement recouverts d'un océan ou partiellement exposés, écorce majoritairement basaltique ou argileuse. Quant au catalyseur de la formation des premiers polymères protéiniques et des nucléotides, certaines pensent que l'ARN a été le premier polymère et aussi la première enzyme, d'autres croient que les sédiments et les minéraux d'argile ont permis les réactions biochimiques, d'autres suggèrent que les oligopeptides ont accéléré les réactions chimiques complexes.

En laboratoire on n'a obtenu jusqu'à présent que des chaînes aléatoires d'acides aminés, appelées protéinoïdes, et des acides nucléiques non fontionnels, ce qui montre qu'après des décennies d'expériences, le modèle naturaliste de l'origine de la vie a atteint les limites de ses possibilités. Toutes ces expériences tentent d'appliquer des observations chimiques du présent à des scénarios du passé, mais elles manquent de base scientifique. Comme le dit Horgan : « Même si les chercheurs parviennent à synthétiser des molécules aux propriétés semblables à celles des organismes vivants, ils auront du mal à montrer que leurs expériences reproduisent bien les conditions primitives »[28].

Les scientifiques évolutionnistes essaient de démontrer que l'origine abiogénétique ou inorganique de la vie est probable et que l'évolution darwinienne est un fait. Mais ces expériences montrent le contraire en révélant des difficultés accablantes. Elles montrent aussi que même les résultats les plus simples ne peuvent être atteints que dans des conditions contrôlées, ce qui indique qu'un concepteur intelligent doit être impliqué.

Ainsi, l'alternative de l'action surnaturelle de Dieu qui crée l'univers, la Terre et la vie prend tout son sens.

Raúl ESPERANTE
Geoscience Research Institute

* Traduction et adaptation d'un article publié en 2008 dans *Ciencia de los Origenes* 75 :1-11.

Références

1. OPARINE A. 1965. *L'origine de la vie sur la Terre*. Masson, Paris.
2. UREY H. 1952. On the early chemical history of the Earth and the origin of life. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 38:351-363.
3. MILLER S. 1953. A production of amino acids under possible primitive Earth conditions. *Science* 117:528, 529.
4. ORGEL LE. 1994. L'origine de la vie sur la Terre. *Pour la Science* 206: 80-88.
5. MCCLENDON JH. 1999. The origin of life. *Earth Science Reviews* 47:71-93.
6. DOSE K. 1988. The origin of life. More questions than answers. *Interdisciplinary Science Reviews* 13:348-356.
7. WEBER AL & MILLER SL. 1981. Reasons for the occurrence of the twenty coded protein amino acids. *Journal of Molecular Evolution* 17:273-284. MILLER SL. 1992. The prebiotic synthesis of organic compounds as a step toward the origin of life. In SCHOPF JW, éd. *Major events in the history of life*. Jones and Barlett Publ., Boston, p.1-28.
8. DANCHIN A. 1988. L'origine de la vie. *La Recherche* 201 :878-887.
9. *Ibid.*
10. AGUILERA JA. 1992. Luces y sombras sobre el origen de la vida. *Mundo Científico* 13:508-519.
11. TIAN F, TOON OB, PAVLOV AA & DE STERCK H. 2005. A hydrogen-rich early Earth atmosphere. *Science* 308: 1014-1017.
12. CHYBA CF, THOMAS PJ, BROOKSHAW L & SAGAN C. 1990. Cometary delivery of organic molecules to the early earth. *Science* 249:366-373.
13. *Ibid.*
14. OHMOTO H. 1996. Evidence in pre-2.2 Ga paleosols for the early evolution of atmospheric oxygen and terrestrial biota. *Geology* 24:1135-1138.
15. BRINKMAN RT. 1969. Dissociation of water vapor and evolution of oxygen in the terrestrial atmosphere. *Journal of Geophysical Research* 74:5355-5368.
16. Voir http://royalsociety.org/news?asp=&id=4254.
17. ANDERS E. 1989. Pre-biotic organic matter from comets and asteroids. *Nature* 342:255-257.
18. ORÓ J, MILLER SL & LAZCANO A. 1990. The origin and early evolution of life on Earth. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 18: 317-356.
19. AGUILERA JA. 1992. *Op. cit.*
20. GILBERT W. 1986. The RNA world. *Nature* 319:618.
21. FERRIS JP & ERTEM G. 1993. Montmorillonite catalysis of RNA oligomer formation in aqueous solution-A model for the prebiotic formation of RNA. *Journal of the American Chemical Society* 115: 12270-12275.
22. LI T & NICOLAOU KC. 1994. Chemical self-replication of palindromic duplex DNA. *Nature* 369:218-221.
23. Une excellente revue des problèmes du modèle du monde de l'ARN est présentée dans MILLS GC & KENYON D. 1996. The RNA world: a critique. *Origins & Design* 17:9-14.
24. HORGAN J. 1991. L'apparition de la vie. *Pour la Science* 162:92-100.
25. WARDROP MM. 1989. Did life really start out in a RNA world? *Science* 146:1248-1249.
26. *Ibid.*
27. YAMAGATA Y, WATANABE H, SAITOH H & NAMBA T. 1991. Volcanic production of polyphosphates and its relevance to prebiotic evolution. *Nature* 352:516-519.
28. HORGAN J. 1991. *Op. cit.*

Pour toute correspondance veuillez vous adresser à :

SCIENCE & ORIGINES
Campus Adventiste du Salève, BP 74, 74165 Collonges-sous-Salève Cedex, France
ou par e-mail à :

jsauvagnat@ebogri.com

GEOSCIENCE RESEARCH INSTITUTE, 11060 Campus Street, Loma Linda, CA. 92350, USA
http://www.grisda.org

Actualité scientifique

PALEONTOLOGIE

Poulpes fossiles

Trois espèces de poulpes fossiles, datant du Crétacé supérieur, ont été découvertes au Liban. La fossilisation d'animaux mous est rare. Mais dans le cas de ces poulpes, on a même pu distinguer des ventouses et même déceler des traces d'encre.

Ces poulpes, vieux de 95 Ma selon les datations radiométriques, sont peu différents des poulpes actuels.

FUCHS D. *et al.* 2008. *Palaeontology* 52 (1) : 65-81 ; *Science & Vie*, juin 2009.

Enfin un dinosaure à plumes plus ancien qu'*Archaeopteryx* !

Jusqu'à présent les dinosaures à plumes avérés étaient plus récents qu'*Archaeopteryx* et ne pouvaient donc être considérés comme des ancêtres des oiseaux (voir *Science & Origines* n^{os} 1, 2, 5, 9, 15, 16), alors qu'ils étaient des candidats rêvés pour remplir le vide entre les dinosaures et les oiseaux.

Ce « paradoxe temporel » semble avoir été résolu par la découverte en Chine l'année dernière d'un petit dinosaure, appelé *Anchiornis huxleyi*, daté du Jurassique supérieur (155 à 160 Ma d'après les datations radiométriques). Il serait donc plus ancien qu'*Archaeoptéryx*. D'une longueur d'une trentaine de cm et d'un poids estimé à 110 g, ce dinosaure théropode a la particularité d'avoir une crête de plumes sur sa tête et de longues plumes sur ses membres antérieurs, ses membres postérieurs (le long du tibia) et ses pieds. Il possède aussi un bec, ce qui en fait le plus ancien dinosaure à bec connu.

Si ce fossile par sa position stratigraphique apporte un sérieux appui à l'idée que les oiseaux seraient issus des dinosaures théropodes, il soulève cependant d'autres questions. Ses ailes ont des proportions qui se rapprochent de celles des oiseaux et ses pattes sont celles d'un animal capable de courir assez vite. Mais les plumes développées de la jambe et du pied ne semblent pas faciliter la course. Pour les spécialistes, ces observations montrent « la répartition complexe des caractères squelettiques et tégumentaires juste avant la transition entre dinosaures et oiseaux ». Autrement dit, un dinosaure avec autant de plumes, mais incapable de voler et de courir, rend difficile l'établissement d'un scénario menant les théropodes aux oiseaux. *Anchiornis huxleyi* n'est donc pas exactement le fossile que l'on attendait.

HU D. *et al.* 2009. *Nature* 461:640-643 ; *NouvelObs.com*, 25 sept. 2009.

Anchiornis huxleyi prend des couleurs

Depuis quelques années les scientifiques essaient de reconstituer les couleurs des plumes fossiles des dinosaures. La méthode consiste à observer la forme et la densité des mélanosomes, pigments microscopiques présents dans les plumes. En comparant ces mélanosomes avec ceux des oiseaux, on a pu proposer une coloration des plumes d'*Anchiornis huxleyi*. Celui-ci aurait en un corps de couleur sombre avec des zones grises, des taches rouges sur sa face, une crête rouge et des plumes blanches avec des paillettes noires aux extrémités.

Une telle quantité de plumes et une telle diversité de couleurs auraient eu un rôle à jouer dans la sélection sexuelle comme chez les oiseaux.

LIQ. *et al.* 2010. *Science* 327:1369-1372.

GEOLOGIE

L'histoire mouvementée de la Méditerranée

D'après les données géologiques, la Méditerranée se serait évaporée, il y a 5,6 Ma, après la fermeture du détroit de Gibraltar due à la remontée de la plaque africaine. Cette évaporation, appuyée par la présence de roches salines, appelées évaporites, dans le fond de la mer, aurait fait baisser le niveau de plus de 2000 m par endroit.

Des recherches récentes suggèrent que des fleuves de part et d'autre du détroit auraient creusé peu à peu un chenal, ce qui aurait rouvert le détroit. Les eaux de l'Atlantique se seraient écoulées dans le bassin avec un débit 1000 fois plus important que celui de l'Amazone faisant monter le niveau de 10 m par jour. On pense que 90 % du remplissage s'est fait en 2 ans.

GARCIA-CASTELLANOS D. *et al.* 2009. *Nature* 462:778-781 ; *La Recherche* 438:16, 17.

SCIENCE & ORIGINES

Publication semestrielle
de la section européenne du
Geoscience Research Institute

Directeur de la publication :
Roberto Badenas
Rédacteur :
Jacques Sauvagnat
Comité de rédaction :
Roberto Badenas, René Collin, James Gibson, Marcel Ladislas, Marc-André Thiébaud.
Les articles parus dans *Science & Origines* n'engagent que leurs auteurs.

ISSN : 1628-8262
Impression : ALAC Impression. Annecy